

06 OKT 2004

**PRV**PATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET  
Patentavdelningen

EPO4/11002

**Intyg  
Certificate**

REC'D 12 NOV 2004

WIPO PCT

Härmed intygas att bifogade kopior överensstämmer med de handlingar som ursprungligen ingivits till Patent- och registreringsverket i nedannämnda ansökan.

This is to certify that the annexed is a true copy of the documents as originally filed with the Patent- and Registration Office in connection with the following patent application.



(71) Sökande SMT Tricept AB, Västerås SE  
Applicant (s)

(21) Patentansökningsnummer 0302610-1  
Patent application number

(86) Ingivningsdatum 2003-10-02  
Date of filing

Stockholm, 2004-09-21

För Patent- och registreringsverket  
For the Patent- and Registration Office

Hjordis Segerlund

Avgift  
Fee 170:-

**PRIORITY  
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

BEST AVAILABLE COPY

**PATENT- OCH  
REGISTRERINGSVERKET  
SWEDEN**Postadress/Adress  
Box 5055  
S-102 42 STOCKHOLMTelefon/Phone  
+46 8 782 25 00  
Vx 08-782 25 00Telex  
17978  
PATOREG STelefax  
+46 8 666 02 86  
08-666 02 86

## LED TILL ETT STÄLLDON

### **Tekniskt område**

Föreliggande uppfinning härför sig till parallellkinematiska maskiner, exv.  
5 till tripoder och hexapoder och speciellt till de leder som förbinder dessa maskiners ställdon till en sådan maskin.

### **Uppfinningens bakgrund**

En parallellkinematisk maskins ställdon utgörs av exv. en axiellt förskjutbar  
10 kolv vilken löper i en cylinder varvid kolven är fäst vid ett positioneringshuvud i sin ena ände via en första led och till ett stativ via en andra led, vilka båda leder har formen av universalleder. Se exv. SE 452 279 med motsvarighet i EP 0202206.  
Dessa leder kräver två frihetsgrader för positioneringshuvudets rörelse. Eftersom  
15 ställdonet vanligtvis är utformat som en skruv-muttermekanism erhålles dessutom en tredje frihetsgrad i form av en rotation av en i ställdonet ingående del. Denna frihetsgrad måste elimineras för att erhålla en axiell förskjutning.

Tidigare kända leder och dess lagringar av dessa ställdon är utförda som  
sfäriska kulleleder vilka besitter tre frihetsgrader, två vinkelrörelser och en rotations-  
rörelse, varav en frihetsgrad (rotationsrörelsen åstadkommen av ställdonet) låses  
20 endera i själva leden eller i ställdonet.

En annan känd led är utformad som en kardansk universalknut som en-  
dast har två frihetsgrader (två vinkelrörelser), men som blir stor och komplicerad  
för att åstadkomma tillräcklig styvhet.

Nackdelen med dessa tidigare kända leder är att styvheten i leden och  
25 dess lagringar inte är tillräcklig eller att de har en komplicerad konstruktion vilka båda faktorer resulterar i försämrade toleranser för positioneringshuvudets rörelser.

Ytterligare nackdelar med kända leder är att de för att erhålla tillräcklig  
styvhet tenderar till att bli för stora vilket inverkar begränsande på positionerings-  
30 huvudets rörlighet.

### **Uppfinningens syfte**

Syftet med föreliggande uppfinning är att lösa nämnda problem och åstad-  
komma en led till ett ställdon av ovan angivet slag, vilken uppvisar tillräckligt antal

frihetsgrader för positioneringshuvudets rörelser i en konstruktion med hög styvhet och som samtidigt är utrymmessnål.

Ett ytterligare syfte är att utnyttja en tredje frihetsgrad som härrör från en rotation i ställdonet till ledens funktion istället för att konstruera en eliminering av denna frihetsgrad.

Syftet är vidare att åstadkomma en led vilken tillåter höga toleranser i positioneringshuvudets rörelser.

Dessutom är syftet med uppfinningen att en sådan led skall vara produktionstekniskt enkel och kostnadseffektiv.

10

### **Sammanfattning av uppfinningen**

Genom föreliggande uppfinning såsom denna framstår i det oberoende patentkravet, uppfylls ovan angivna syfte. Lämpliga utföringsformer av uppfinningen anges i de beroende patentkraven.

15

Ett ställdon är exempelvis utformat som en skruv-muttermekanism där endera skruven eller muttern betecknas som en axiellt rörlig kolv löpande inuti en cylinder. Uppfinningen avser härvid en led mellan ställdonet och ett positioneringshuvud och/eller stativ i en parallellkinematisk maskin. Härvid är en ände av kolven roterbart lagrad kring ett wobbelorgan för vridning kring en wobbelaxel genom

20

wobbelorganet. Wobbelorganet är i sin tur roterbart lagrat i förhållande till positioneringshuvudet och/eller stativet kring en huvudaxel, varvid de båda axlarna korsar varandra under en fast vinkel  $\alpha$ , där  $1^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ$ , företrädesvis är  $5^\circ \leq \alpha \leq 20^\circ$ . Vinkeln innebär således att wobbelaxeln kommer att utföra en wobblande rörelse kring huvudaxeln vid en rotation av wobbelorganet kring huvudaxeln.

25

Wobbelorganet är i en första utföringsform utformat som en stödaxel roterande kring nämnda huvudaxel med två ändar vilka är roterbart lagrade i var sitt lagerhus fast anslutet till positioneringshuvudet och/eller stativet. Wobbelorganet utgör i detta fall stödaxeln. Som ett alternativ till den första utföringsformen är wobbelorganet utformat som en på stödaxeln löstagbar men fast monterad del.

30

Wobbelorganet är i en andra utföringsform roterbart lagrat på en stödaxel vilken är fast inspänd till positioneringshuvudet och/eller stativet.

Wobbelorganet är vidare försett med en utvändig lagermonteringsyta eller utvändig lageryta kring vilken ställdonet är lagrat.

Vidare är den fasta vinkeln  $\alpha$  orienterad i förhållande till stöddaxeln, när ställdonet är monterat vid positioneringshuvudet och/eller stativet, så att en tiltning mellan ställdonet och stöddaxeln tillåts genom en rotation av wobbelorganet kring huvudaxeln.

5 Rotationen kring huvudaxeln utgörs således endera av att stöddaxeln med det fast förbundna wobbelorganet roterar eller att wobbelorganet roterar på stöddaxeln.

Ett ytterligare resultat av föreliggande uppfinning är att den förhållandevis stora rotationsrörelsen av wobbelorganet vid en tiltning av ställdonet i leden åstad-  
10 kommer en effektiv transport av smörjmedel.

Även om leden i första hand är ämnad att rörligt förbinda ställdonet med positioneringshuvudet kan som ovan antytts även leden utgöra en andra led till ställdonet genom att utgöra en rörlig förbindning mellan ställdonet och maskinens stativ.

15

### **Kort beskrivning av ritningarna**

Uppfinningen kommer nu att beskrivas närmare med hjälp av utföringsexempel med hänvisning till de bifogade ritningarna, där

- figur 1 visar en parallellkinematisk maskin i form av en tripod med en led enligt en första utföringsform av uppfinningen,
- figur 2 visar en vy ovan ifrån längs ställdonet av enbart leden enligt figur 1 i ett startläge med vinkeln  $0^\circ$  kring en huvudaxel,
- figur 3 visar ett snitt A – A genom huvudaxeln enligt figur 2,
- figur 4 visar en sidovy, dvs. med vinkeln  $90^\circ$  kring huvudaxeln, av leden enligt figur 2,
- figur 5 visar ett snitt B – B genom huvudaxeln enligt figur 4,
- figur 6 visar en vy ovan ifrån enligt figur 2 men med en tiltning av ställdonet på  $7^\circ$  i förhållande till huvudaxeln,
- figur 7 visar ett snitt C – C genom huvudaxeln enligt figur 6,
- figur 8 visar en sidovy, dvs. med vinkeln  $90^\circ$  kring huvudaxeln, av leden enligt figur 6,
- figur 9 visar ett snitt D – D genom huvudaxeln enligt figur 8,
- figur 10 visar en sidovy, dvs. med vinkeln  $90^\circ$  kring huvudaxeln, av motsva-

- rande led enligt en andra utföringsform av uppfinningen,  
 figur 11 visar ett snitt E – E genom huvudaxeln enligt figur 10,  
 figur 12 visar en vy ovan ifrån av leden enligt figur 10 i ett startläge med vinkeln  $0^\circ$  kring huvudaxeln,  
 figur 13 visar ett snitt F – F genom huvudaxeln enligt figur 12.

### **Beskrivning av uppfinningen**

Figur 1 visar en parallellkinematisk maskin 1 i form av en tripod vilken innefattar ett stativ 3 som uppbär tre ställdon 5, vilka var och ett är utfört som en kolv 7 som förskjuts i en cylinder 9. Kolven förskjuts inuti cylindern med hjälp av konventionella drivorgan såsom mekaniska, hydrauliska eller pneumatiska motorer. Figuren visar mekaniska ställdon av typen skruv- och muttermekanism som var och ett drivs av en elektrisk motor 11 ansluten till en av ställdonets ändar. Varje cylinder 9 är ansluten till stativet 3 via en stativled 13 vilken möjliggör att ställdonet 5 med dess cylinder 9 kan svänga i alla riktningar relativt stativet 3. En utförning av denna stativled är visad i figuren som en kardanknut vars yttre ringsvängtapp 15 är lagrad i stativet 3. Även andra typer av rörliga lagringar av ställdonen vid stativet är möjliga.

Den i ställdonets 5 cylinder 9 axiellt förskjutbara kolven 7 är i sin ände förbunden med ett positioneringshuvud 16 via en armled 17, allmänt visad inringad i figuren. Vidare är positioneringshuvudet 16 anslutet till änden av en arm 18 vilken är lagrad vid stativet 3 via en universalled 19 vilken innefattar en yttre ring som via två svängtappar är lagrad i stommen 3 samt en inre ring som via två axeltappar är lagrad i den yttre ringen. Armen 18 sträcker sig från positioneringshuvudet 16 symmetriskt mellan ställdonen 5 genom universalleden 19. Ställdonen 5 är anordnade längs sidokanterna av en tänkt triangulär pyramid och genom att man förskjuter kolvarna 7 i respektive cylindrar 9 kan positioneringshuvudet 16 exakt ställas in i önskat läge i rymden. Armen 18 kan härvid förskjutas axiellt relativt stativet 3 och universalleden 19.

Figur 2-9 visar en första utföringsform av leden 17 varvid figur 2 visar endast leden 17 ovan ifrån sedd i ställdonets kolvs 7 riktning i ett startläge med vinkeln  $0^\circ$  kring en huvudaxel 20, och med en vinkelvridning av kolven 7 kring kolvens längdaxel. Leden 17 är fastmonterad vid positioneringshuvudet via ledmonteringsorgan 22 på ömse sidor av leden.

Snittet A - A enligt figur 3 visar att en ände 31 av kolven 7 hos ställdonet är lagrad kring ett wobbelorgan 30 vilket är utformat som en enhetlig del av en stödaxel 33 för leden. Stödaxelns 33 båda ändar 35, 36 och därmed wobbelorganet 30 är i sin tur lagrad i ledmonteringsorganen 22 för rotation kring huvudaxeln 20. I det visade snittet sammanfaller wobbelorganets 30 wobbelaxel med huvudaxeln 20. Änden 31 av kolven 7 är via ett wobbellager 32 monterat vid en lagermonteringsyta 34 för montering av wobbellagret 32. Alternativt kan lagermonteringsytan 34 vara utformad som en lageryta bearbetad direkt i wobbelorganet 30 varvid lagerytan utgör en del av wobbellagret. En alternativ utföringsform till wobbelorganet 30 som en enhetlig del av stödaxeln 33 är att wobbelorganet och stödaxeln utformas som separata delar vilka löstagbart sammanfogas till en enhet vid montering.

Figur 4 visar leden i fig. 2 från sidan varvid kolvens 7 vinkelvridning kring sin längdaxel och lagring kring wobbelorganet 30 tydligt framgår. Således visar figuren ett vinkelläge av kolvens ände 31 när den vridits  $90^\circ$  kring huvudaxeln i förhållande till figur 2, men samma läge av wobbelorganet 30 i förhållande till ledmonteringsorganen 22.

Figur 5 visar snittet B - B angivet i figur 4 där symmetrilinjen av wobbelorganets 30 lagermonteringsyta 34 definierar en wobbelaxel 50 vilken bildar en konstant vinkel  $\alpha$  med huvudaxeln 20. Beroende på de visade snitten framträder emellertid vinkeln med olika värden. Vidare är wobbelorganet 30 roterbart lagrat i förhållande till ledmonteringsorganen 22 via axellager 52 för rotation kring huvudaxeln 20. Eftersom lagermonteringsytan 34 är orienterad med konstant vinkel i förhållande till huvudaxeln 20 kommer lagermonteringsytan 34 och därmed wobbelaxeln 50 att utföra en wobblande rörelse vid en tänkt rotation av wobbelorganet 30 kring huvudaxeln 20.

Figur 6 samma läge som visas i figur 2, men med den skillnaden att kolven 7 dessutom har tilltats  $7^\circ$  i riktning mot det ena ledmonteringsorganet 22. Genom denna tiltningrörelse, som är ett resultat av att positioneringshuvudet bringas att ändra läge i rymden kommer de brytspänningar som induceras genom tiltningrörelsen att elimineras av att wobbelorganet roterar kring huvudaxeln.

Figur 7 visar snittet C - C angivet i figur 6 där tiltningens effekt tydligt framgår genom att wobbelorganet 30 har roterat kring huvudaxeln 20 i förhållande till det läge som visas i figur 3.

För fullständighetens skull visas i figur 8 en sidovy av tiltningssläget med en vridning av kolvens ände 31 vinkeln  $90^\circ$  kring huvudaxeln i förhållande till läget visat i figur 6 samt tiltad i riktning mot ledmonteringsorganet 22.

Figur 9 visar snittet D – D angivet i figur 6, dvs. i tiltat läge varvid en sida 5 92 av kolvens ände 31 skymtar fram till skillnad från snittet visat i figur 5. Genom tiltningen som orsakar en vinkelvridning av wobbleorganet 30 kring huvudaxeln 20 har den konstanta vinkeln  $\alpha$  mellan huvudaxeln 20 och wobbleaxeln 50 i de visade snitten minskat från ca  $12,5^\circ$  i figur 5 till ca  $10,4^\circ$  i figur 9. Denna ändring av vinkeln är naturligtvis svår att visa i figurena.

Figur 10 visar en andra utföringsform enligt uppfinningen vilken för tydlig- 10 hetens skull visas spegelvänt i förhållande till den första utföringsformen visad i figurena 2-9. Figur 10 motsvarar den tidigare beskrivna utföringsformen enligt figur 4 med ett första ledmonteringsorgan 102 fast monterat vid positioneringshuvudet och ett andra ledmonteringsorgan 104 också fast monterat vid positioneringshu- 15 vudet. Liksom vad som beskrivits vid den första utföringsformen är kolvens ände 31 vridbart monterat kring ett wobbleorgan 106.

Figur 11 visar snittet E – E angivet i figur 10 varvid det framgår att det första ledmonteringsorganet 102 utgörs av ett kopplingshus i vilket ena änden 113 av en stödaxel 110 är anordnad att införas. Stödaxeln 110 utgör en förlängning av det 20 andra ledmonteringsorganet 104 varvid således den andra änden 114 av stödaxeln 110 är fast förbunden med positioneringshuvudet. Vidare är en klämkoppling 112 anordnad inuti ledmonteringsorganet 102 för att radiellt fixera stödaxelns 110 ena ände 113. På stödaxeln 110 är wobbleorganet 106 roterbart lagrat medelst ett eller flera nållager 116. Således kan i denna utföringsform wobbleorganet 106 25 tera runt stödaxeln 110 och därmed runt huvudaxeln 20 vilken definierar symmetrilinjen för den fasta stödaxeln 110. Wobbleorganet 106 är som tidigare beskrivits försett med en lagermonteringsyta 34 eller lageryta kring vilken kolvens ände 31 är lagrad. Lagermonteringsytans 34 eller lagerytans symmetrilinje definieras av wobbleaxeln 50 vilken bildar en konstant vinkel  $\alpha$  med huvudaxeln 20. På ömse 30 sidor av wobbleorganet 106 är det monterat ett axiallager 118 samt på ena sidan om wobbleorganet är dessutom en distans 119 monterad för att underlätta vinkelställningar och rotationsrörelser.

Således uppvisar denna andra utföringsform samma funktion som den tidigare visade första utföringsformen, dvs. att en tiltning av kolven och dess ände 31 medför en rotation av wobbleorganet 106.

Figur 12 visar den andra utföringsformen i ett startläge dvs. med en vinkel 0° kring huvudaxeln 20, men med en vinkelvridning av kolven 7 kring kolvens längdaxel, dvs. samma läge som visats i figur 2.

Figur 13 visar snittet F – F angivet i figur 12 varvid wobbleorganets 106 wobbleaxel 50 sammanfaller med huvudaxeln 20 i detta läge. Figuren motsvarar den tidigare beskrivna figur 3.

Inom ramen för efterföljande patentkrav skyddas även andra utföringsformer än de ovan beskrivna, exempelvis invändig lagring av stödaxeln vid den första utföringsformen eller helt separat stödaxel i förhållande till ledmonteringsorganen vid den andra utföringsformen.

---



## PATENTKRAV

1. Led (17) för anslutning av ett i en parallellkinematisk maskin (1) monterat ställdon (5) till maskinen vilket ställdon (5) är anordnat att förflytta ett till maskinen  
5 anslutet positioneringshuvud (16) i rymden, **kännetecknad av att ställdonet (5) är**  
lagrat kring ett wobbelorgan (30, 106) för rotation kring en wobbelaxel (50) vilket  
wobbelorgan (30, 106) i sin tur är roterbart lagrat kring en huvudaxel (20) vilken  
sträcker sig genom ställdonets (5) lagring kring wobbelorganet (30, 106).
- 10 2. Led enligt kravet 1, **kännetecknad av att leden (17) är anordnad mellan**  
ställdonet (5) och positioneringshuvudet (16) alternativt mellan ställdonet (5)  
och/eller ett stativ (3), varvid en ände (31) av ställdonet (5) är roterbart lagrad kring  
wobbelorganet (30, 106) vilket i sin tur är roterbart lagrat vid positioneringshuvudet  
(16) och/eller stativet (3) för rotation kring huvudaxeln (20).
- 15 3. Led enligt något av kraven 1-2, **kännetecknad av att wobbelaxeln (50)**  
och huvudaxeln (20) skär varandra med en vinkel  $\alpha$ , där  $1^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ$ .
4. Led enligt något av kraven 1-3, **kännetecknad av att wobbelaxeln (50)**  
20 och huvudaxeln (20) skär varandra med en vinkel  $\alpha$ , där  $5^\circ \leq \alpha \leq 20^\circ$ .
5. Led enligt något av kraven 1-4, **kännetecknad av att wobbelorganet (30,**  
106) är försett med en utvändig lagermonteringsyta (34) eller utvändig lageryta  
(34) på vilken ställdonet (5) är lagrat.
- 25 6. Led enligt något av kraven 1-5, **kännetecknad av att wobbelorganet (30,**  
106) är fast anslutet till en stödaxel (33) försedd med två ändar (35, 36) vilka är ro-  
terbart anslutna till positioneringshuvudet (16) och/eller stativet (3).
- 30 7. Led enligt något av kraven 1-5, **kännetecknad av att wobbelorganet (30,**  
106) är roterbart anslutet till en stödaxel (33) försedd med två ändar (113, 114) av  
vilka åtminstone en ände (114) är fast ansluten till positioneringshuvudet (16)  
och/eller stativet (3).

8. Led enligt kravet 7, kännetecknad av att stödaxelns ena ände (113) är införd i ett första ledmonteringsorgan (102) axiellt fixerad med en klämkoppling (112) samt att stödaxelns andra ände (114) är fast förbunden med ett andra ledmonteringsorgan (104).

5

9. Led enligt något av kraven 1-8, kännetecknad av att vinkeln  $\alpha$  är orienterad i förhållande till stödaxeln (33), när ställdonet (5) är monterat vid positioneringshuvudet (16) och/eller stativet (3), så att en tiltrörelse mellan ställdonet (5) och wobbleorganet (30, 106) tillåts genom en rotation av wobbleorganet (30, 106)

10 kring huvudaxeln (20).

---

## SAMMANDRAG

Led (17) för anslutning av ett i en parallellkinematisk maskin (1) monterat ställdon (5) till maskinen vilket ställdon (5) är anordnat att förflytta ett till maskinen anslutet positioneringshuvud (16) i rymden, varvid ställdonet (5) är lagrat kring ett wobbelorgan (30, 106) för rotation kring en wobbelaxel (50) vilket wobbelorgan (30, 106) i sin tur är roterbart lagrat kring en huvudaxel (20) vilken sträcker sig genom ställdonets (5) lagring kring wobbelorganet (30, 106).

10 (Fig. 1)

1/3



**Fig 1**

2/3

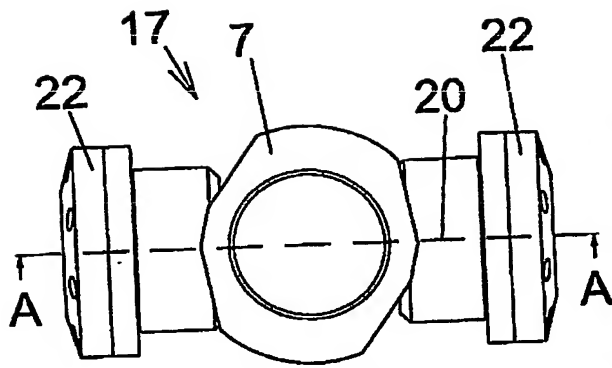


Fig 2

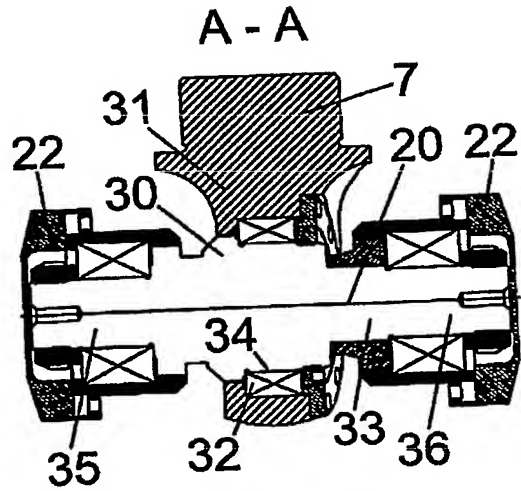


Fig 3

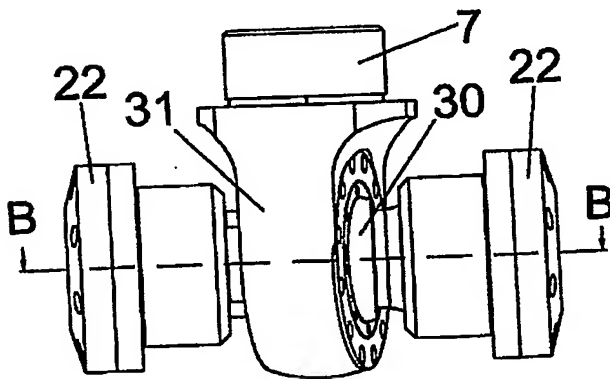


Fig 4

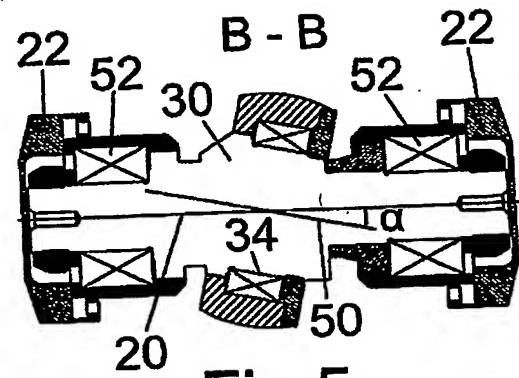


Fig 5

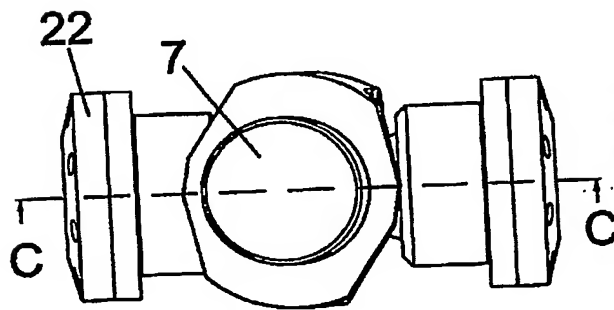


Fig 6

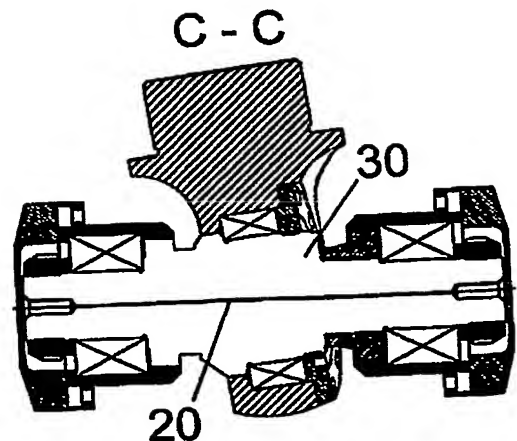


Fig 7

3/3

